

SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP11220224
Publication date: 1999-08-10
Inventor: FUKUNAGA TOSHIAKI; WADA MITSUGI
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
 - **international:** H01S3/18
 - **european:**
Application number: JP19980317644 19981109
Priority number(s):

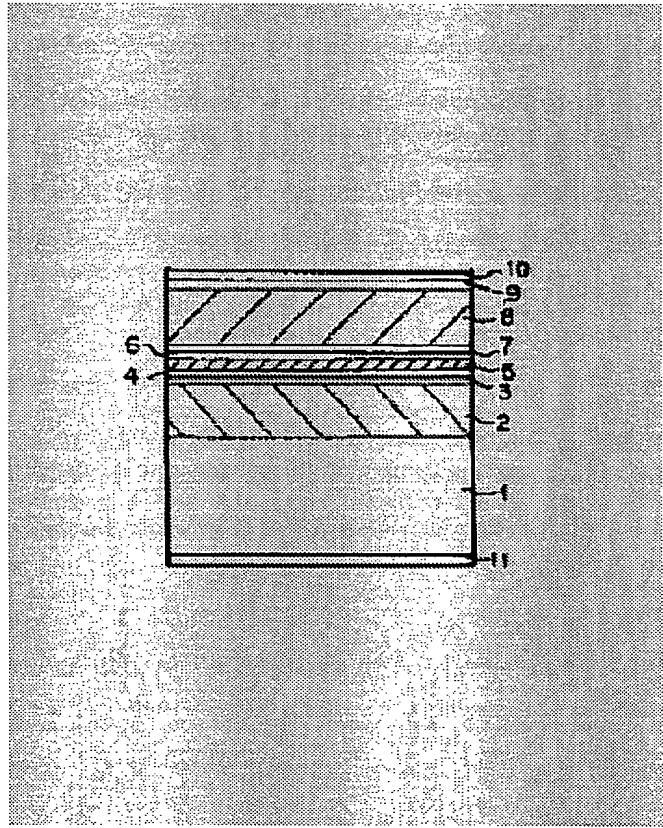
Also published as:

- EP0920096 (A2)
- US6127691 (A1)
- EP0920096 (A3)
- EP0920096 (B1)

Abstract of JP11220224

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability of a semiconductor laser of a wavelength of a 0.8-& μ m band in high-output oscillation.

SOLUTION: An n-type Ga_{1-z1} Al_{z1} As clad layer 2, an n-type In_{x1} Ga_{1-x1} As_{1-y1} Py₁ optical waveguide layer 3, an i-type In_{x2} Ga_{1-x2} As_{1-y2} Py₂ tensile strain barrier layer 4, an In_{x3} Ga_{1-x3} As_{1-y3} Py₃ quantum well active layer 5, an i-type In_{x2} Ga_{1-x2} As_{1-y2} Py₂ tensile strain barrier layer 6, a p-type In_{x1} Ga_{1-x1} As_{1-y1} Py₁ optical waveguide layer 7, a p-type Ga_{1-z1} Al_{z1} As clad layer 8 and a p-type GaAs contact layer 9 are successively formed on an n-type GaAs substrate 1. The layers 2 and 8 and the layers 3 and 7 are respectively formed in a compositional ratio which makes a lattice matching with the substrate 1, the total layer thickness of the layers 4 and 6 is formed into a thickness of 10 to 30 nm, and the compositions of the layers 4 and 6 are set on the conditions that the amount of strain of the tensile strains for the layers 4 and 6 be the amount of strain multiplied by the total layer thickness is equal to 0.05 to 0.2 nm.



THIS PAGE BLANK (USP 10)

半導体レーザーについて説明したが、コンタクト層109上に絶縁膜52aを除去してから、リソジング部53を形成する。次に絶縁膜52aおよび露出している上部第一クラッド層40の全面に絶縁膜53を形成する(同図(d))。次いで、通常のリソジング法により、後戻駆53のリジットライア部上面に形成された部分を除去し(同図(e))、露出されたコントリボンファイバーにドライエッチングを用いて作製される、屈折率差波長構成付き半導体レーザー、回折格子付きの半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0038]また、上記実施形態では、GaN基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

[0039]次に本発明の第5の実施形態における半導体レーザーの形状、その作製工程中の状態と共に図7に示す。以下で、この半導体レーザーの構成を作製方法

[0029]その後、材料を厚削して形成した半導体表面の一面に高反射塗料コート、他面に低反射塗料コートを行ない、チップ化して半導体レーザ粒子を形成する。上記構成により、出一帧モードを保つたまま、高いレベルの光出力のレーザー光を発生させることができる。

[0030]さらにまた、上記と同様のエッチング停止構造を用いて、3回の成長工程を繰り返すを行うことによることによって、最終的に得られるレーザー構造は、これによれば、

〔0.04〕有機金属氣相成長法により n -GaAs基板121
上に、n-In_{0.48}Ga_{0.52}クラッド層/22、nまたはi-In_{0.1}
Ga_{0.9}Al_{0.1}P_{0.1}光導波層13、i-In₂Ge_{0.1}-xP_x引張り歪
ペリヤ層124、In_{0.36}Ge_{0.1}-xAl_{0.54}As_xP_y3 盆子井戸活性層12
5、i-In_{0.6}Ge_{0.1}-x2P引張りペリヤ層125、p-In_{0.46}Ge_{0.52}クラ
ッド層128、p-GaAsコントラクト層129を順次重複し、さら
にこのコントラクト層129上に130等の絶縁膜130を形成す
る(図7(a))。

〔0.04.1〕この後、通常のソグラフィーにより、純
銀膜130の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を
残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の
絶縁膜130を除去する。そして、この残されたストライ
プ状の絶縁膜130をマスクとしてウェットエッチングに
より、pまたはi-In_{0.1}Ge_{0.1}-xAs_xP_y1 光導波層127の
上を形成する。

〔0.03.11〕次に、本説明の第4の実施形態について説
明する。図6は、本説明の第4の実施形態に係る半導体
レーザーの断面図である。この半導体はレーザーの構成を、作
成方法と併せて説明する。

〔0.03.2〕有機金属氣相成長法により n -GaAs基板101
上に、n-In_{0.4}Ge_{0.6}52Pクラッド層102、nまたはi-In_{0.1}
Ga_{0.9}Al_{0.1}P_{0.1}光導波層103、i-In_{0.7}Ge_{0.1}-xAs_x1-2P_y
y2引張り歪ペリヤ層104、In_{0.36}Ge_{0.1}-xAs_xP_y3 盆子井
戸活性層105、i-In₂Ge_{0.1}-xAs_xy2P_y2 引張り歪ペリヤ
層106、pまたはi-In_{0.1}Ge_{0.1}-xAs_xP_y1 光導波層107、
p-In_{0.46}Ge_{0.52}クラッド層108、p-GaAsコントラクト層10
9を形成する。次いでコントラクト層109の上にp側電極11
0を形成し、その後基板101を研磨してからn側電極11
1を形成する。

[00033] 次に、鉛料を図の紙面に垂直な面で押出し形成した2つの共晶層面の一方に高反射率コート、他方には低反射率コートをして、本実施形態の半導体レーザ装置が完成する。

[00034] 本実施形態においても、量子井戸活性層10は、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 基板10上に格子整合する組成、あるいは、この基板10に対して歪量0.003までの引張り歪を有する組成とする。さらに量子井戸活性層は多重量子井戸構造である。

[00035] 一方で活性層10においても、活性層の引張り歪量と活性層の合計の厚さで、歪量×合計層厚=0.05~0.2nmの範囲の規定の厚さで、引張り歪バリア層100[0.03 nm]または、引張り歪バリア層と、その合計層厚=0.05~0.2nmとなる組成とする。引張り歪バリア層100は、3元の $\text{In}_{0.56}\text{Ga}_{0.42}\text{P}$ 引張り歪バリア層であってもよし。

[00036] 本実施形態においても、上流の通りの構成と過酸化水素水系のものを用いて $\text{p-GaAs}+\text{nGaN}+29$ をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いて $\text{p-GaAs}+20$ を除去する。

[00041] このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素水系のものを用いて $\text{p-GaAs}+\text{nGaN}+29$ をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いて $\text{p-GaAs}+20$ を除去すれば、エッチングがまだ0.529ラッド層128を除去すれば、エッチングがまだ停止する。なお、または $\text{i-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}+\text{i-In}_y\text{P}_{1-y}$ 光導波層12の上面で自動的に停止する。

[00042] 光導波層12の厚みは、共振器の中央部のリザージ構造の幅の導波路において、半基底モードによる厚みとする。

[00043] 次に絶縁膜30を除後、リザージ部および出力領域で達成できるような厚みとする。

[00044] 一方で、通常の光導波層12に絶縁膜31を形成する(同図(b))。次いで、通常のリソグラフィーにより、リザジストライプ部上面の後縁端31を除去し、露出している光導波層12間に絶縁膜31を形成する(同図(b))。次いで、通常のリソグラフィーにより、リザジストライプ部上面の後縁端31を除去し、露出している光導波層12間に絶縁膜31を形成する(同図(b))。

を採用していることにより、既に説明した実施形態におけると同様の効果が得られる。
【0037】なおこの場合も、単純な全電極形成型の
【0041】次に、試料を劈開して形成した共板基盤面の
【0044】(c)。

一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザーが完成する。

[0045] 上記構造により、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光の出力の $0.8 \mu\text{m}$ 带のレーザ光を発生させることができる。

[0046] 以上は快ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波路の厚みは50~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪(ハイドロ)層は、4 nmの $\ln[X_2\exp(-X_2)]^2$ から形成してもよい。

[0047] 次に、本発明の第6の実施形態に係る半導体レーザーの断面形状を、その作製工程途中の状態と共に図8に示す。図8に示すように、この半導体レーザーの構成を作製法と併せて説明する。

[0048] 半導体基板成膜直後は、トリセチカーボン酸

上に、 $n=In_0, 46g/0, 50g$ クラッド層 142, n または $i-In_1$
 $Ca_1-xAs_1-yP_1$ 光導波管 143, $i-In_2Ge_1-x2As_1-y2P_1$
 引張り歪バイア層 144, $In_3Ge_1-x3As_1-y3P_3$ 量子井戸
 活性層 145, $i-In_2Ga_1-x2As_1-y1$ 光導波層 147, P-1
 46, p または $i-In_2Ga_1-x1As_1-y1P_1$ 光導波層 147, P-1
 $no, 46g/0, 50g$ クラッド層 148, p-GaAsキャップ層 149を順
 次重層し、さらにこのキャップ層 149 上に SiO₂ 層の絶縁
 膜 150 を形成する (図 8 (a))。

[0049] この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁膜 150 の中央部に幅 3 μm 程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅 6 μm 程度のストライプ状の絶縁膜 150 を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜 150 をマスクとしてウエットエッチングにより、p または $i-In_1Ga_1-x1As_1-y1P_1$ 光導波層 147 の上面までエビタキシャル層を除去してリジットタイプ

[0050] このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いて μ -GaAsキャップ層149をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いて μ -InGaAsP層148を除去すれば、エッチングがまた μ -InGaAsP-1xAlAs1-xPy1光導波路147の上面で自動的に停止する。

[0051] その後、過炭酸ナトリウムにより、クラッド層148より屈折率の小さい、厚みが $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の、基板141に格子整合せず μ -InGaAsP層148 (Al_{1-x}Ga_x-As_{1-y}Al_y)₁₋₂ 0.52P電流阻止層151を形成する(図(b))。

[0052] なお $n_{\text{InP}}=3.0$, $n_{\text{AlAs}}=3.4$, $n_{\text{AlGaAs}}=3.5$, $n_{\text{GaAs}}=3.6$, $n_{\text{InGaAsP}}=3.7$, $n_{\text{AlGaAsP}}=3.8$, $n_{\text{AlAsP}}=3.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=4.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=4.1$, $n_{\text{AlAs}}=4.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=4.3$, $n_{\text{AlAsP}}=4.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=4.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=4.6$, $n_{\text{AlAs}}=4.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=4.8$, $n_{\text{AlAsP}}=4.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=5.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=5.1$, $n_{\text{AlAs}}=5.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=5.3$, $n_{\text{AlAsP}}=5.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=5.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=5.6$, $n_{\text{AlAs}}=5.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=5.8$, $n_{\text{AlAsP}}=5.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=6.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=6.1$, $n_{\text{AlAs}}=6.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=6.3$, $n_{\text{AlAsP}}=6.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=6.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=6.6$, $n_{\text{AlAs}}=6.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=6.8$, $n_{\text{AlAsP}}=6.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=7.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=7.1$, $n_{\text{AlAs}}=7.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=7.3$, $n_{\text{AlAsP}}=7.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=7.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=7.6$, $n_{\text{AlAs}}=7.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=7.8$, $n_{\text{AlAsP}}=7.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=8.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=8.1$, $n_{\text{AlAs}}=8.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=8.3$, $n_{\text{AlAsP}}=8.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=8.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=8.6$, $n_{\text{AlAs}}=8.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=8.8$, $n_{\text{AlAsP}}=8.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=9.0$, $n_{\text{AlGaAs}}=9.1$, $n_{\text{AlAs}}=9.2$, $n_{\text{AlGaAs}}=9.3$, $n_{\text{AlAsP}}=9.4$, $n_{\text{AlGaAsP}}=9.5$, $n_{\text{AlGaAs}}=9.6$, $n_{\text{AlAs}}=9.7$, $n_{\text{AlGaAs}}=9.8$, $n_{\text{AlAsP}}=9.9$, $n_{\text{AlGaAsP}}=10.0$ である。

[0053] 本発明の構造において、同一基板モードによる周期構造が幅の導波路において、單一基板モードによる周期構造が幅の高出力測定まで達成できるような組成、厚みとする。

[0053] 次に絶縁膜150を除去して、p-GaAsコンタクト層152を形成し、さらにこのp-GaAsコンタクト層152の上にp側電極153を形成し、その後、基板141の研磨を

【0054】次に、試料を劈開して形成した共晶器面においては、各々の電極間に並行なつてから n 個電極が形成する（同図（c））。

【0055】一方で、試料を劈開して形成した共晶器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施すことで、後述するように、反射率を保つまま、高いレベルの光出力の $0.8 \mu\text{m}$ 帯のレーザー光を発生させることができる。

【0056】以上は光学ストライプの単一換モードレーベン構造によりこの場合、出一換モードレーベン構造は幅広スライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波路の厚みは $50 \mu\text{m}$ 以上に設定すればよい。また引張り歪(ナリ)尾端部の長さは、 3mm の $\ln(\sqrt{2}d_1/d_2)$ から形成してもよい。

【0057】一方で、本発明の第7工程機能に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に示す。図9(a)～(d)は、この半導体レーザの断面形状を示す。

10058 有機金属気相成長法により n -GaAs基板上に、 n -In0.48Ga0.52クラッド層¹⁶²、nまたは p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光波導層¹⁶³、 $1-In_xGa_1-xAs_1-yP_y$ 光波導層¹⁶⁴、 $In_xGa_1-xAs_1-yP_y$ 直子井引張り歪ペリヤ層¹⁶⁵、 p または p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光波導層¹⁶⁷、 p または p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光波導層¹⁶⁸、 p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光波導層¹⁶⁹、 p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光波導層¹⁷⁰上部第一クラッド層¹⁶⁹、 p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_yエッチング阻止層¹⁷⁰（厚み10nm程度）¹⁶⁹、 p -In x Ga_{1-x}As_{1-y}P_y第二クラッド層¹⁷⁰、 p -GaAsコントラクト層¹⁷¹を順次積層し、さらにこの p -GaAsコントラクト層¹⁷¹の上にSiO₂等の絶縁膜¹⁷²を形成する（図9（a））。
 10059 有機金属気相成長法により n -GaAs基板上に格子整合し、かつ量子井戸性層¹⁶⁵よりも
 シードギャップが大きい組成とする。

100659) この後、通常のリソグラフィーにより、 μ m程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅 μ m程度のストライプ状の余剰銀膜72を除去する。そして、この残されたストライプ状の余剰銀膜72をマスクとしてエッチングでエビタキシャル層を除去してリジストライプを形成する。

100659) このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-Gatsコントロクト層71をコントロールして、塩酸系のエッチング液を用いてp-InGa_{1-x}Al_xAs_yP_{1-y}層100を除去すれば、エッチャング液がInGa_{1-x}Al_xAs_yP_{1-y}層100の上面で自動的に停止する。

100659) なお、pまたはInGa_{1-x}Al_xAs_yP_{1-y}層100がInGa_{1-x}Al_xAs_yP_{1-y}層100の上面で停止する。

8の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

【0062】 次に絶縁層72を除去してから絶縁層73を

形成し(同図(b))、その後通常のリソグラフィーによりクリジストライプ上の絶縁層73を除去して、その上にp側電極74を形成し、その後、基板61の研磨を行なってからn側電極75を形成する(同図(c))。

【0063】 次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー粒子が完成する。

【0064】 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0065】 以上は嵌ストライプの單一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合は、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}P_xか

ら形成してもよい。

【0066】 図10は、本発明の第8の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構成を、作製方法と併せて説明する。

【0067】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板211上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層222、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層223、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241、In_x3Ga_{1-x}As_{1-y}P_y量子井戸活性層225、i-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y張り歪バリア層226、pまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227、p-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層228、p-GaAsコントラクト層229を順次積層し、さらにこのコンタクト層229上にS102等の絶縁層230を形成する(図11(a))。

【0068】 この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層230の中央部に幅3 μm程度のストライプ部分を形成して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去する。そして、この残されたストライプの絶縁層230をマスクとしてウエットエッチングにより、pまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0069】 このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコントラクト層228をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227を形成する。次に、試料を劈開して形成的共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ粒子が完成する。

【0070】 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させができる。

【0071】 なおこの場合も、単純な全電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層ストライプを形成して利得導波層ストライプレーザとしてもよい。さらに、本実施形態の半導体レーザの半導体構成を、通常のフォトソングラフィやドライエッチングを用いて作製される、屈折率調節構付半導体レーザ、凹凸格子付きの半導体レーザ、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

【0072】 1071)また、上記実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

12

【0072】 さらに、活性層は多量量子井戸構造であつてもよいが、活性層の引張り歪量と活性層の合計の厚み(合計層厚)との積は、0.1nm以内とする。また、引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}P_xから形成してもよい。

【0073】 次に本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程途中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0074】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層222、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層223、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241、In_x3Ga_{1-x}As_{1-y}P_y量子井戸活性層225、i-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y張り歪バリア層226、pまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227、p-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層228、p-GaAsコントラクト層229を順次積層し、さらにこのコンタクト層229上にS102等の絶縁層230を形成する(図11(a))。

【0075】 この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層230の中央部に幅3 μm程度のストライプ部分を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230をマスクとしてウエットエッチングにより、pまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0076】 このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコントラクト層228をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面で自動的に停止する。なお、またはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0077】 このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsキヤップ層249をエッチングし、また塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層228を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面で自動的に停止する。なお、またはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面で自動的に停止する。

【0078】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去する。そして、この残されたストライプの絶縁層230をマスクとしてウエットエッチングにより、pまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0079】 この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層230の中央部に幅3 μm程度のストライプ部分を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0080】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0081】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0082】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0083】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0084】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0085】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0086】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0087】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0088】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0089】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

【0090】 その後、追加研磨により、クラッド層241を残して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプの絶縁層230を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227の上面までエビタキシャル層を除去してリソジストライプを形成する。

13

【0089】 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0091】 次に、本発明の第11の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図12に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0092】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、4元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0093】 次に、本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図13に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0094】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0095】 次に、本発明の第11の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図14に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0096】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0097】 次に、本発明の第12の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図15に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0098】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0099】 次に、本発明の第13の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図16に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0100】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0101】 次に、本発明の第14の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図17に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0102】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0103】 次に、本発明の第15の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図18に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0104】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0105】 次に、本発明の第16の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図19に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0106】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0107】 次に、本発明の第17の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図20に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

【0108】 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層224、nまたはi-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x1-y₂P引張り歪バリア層241を形成してもよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0109】 次に、本発明の第18の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図21に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

(9)

15

なってからn側電極275を形成する(同図(c))。

[0 0 9 7 1] 次に、試料を劈開して形成した共嵌器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー端子が完成する。

[0 0 9 8] 上記構造によりこの場合も、單一横モードレーダ光を発生させることができます。

[0 0 9 9] 以上は鉄ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は陽極ストライプマルチモードに適用できる。その場合、光導波路と上部第一クリップ層の合計の厚みは100~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn_xGa_{1-x}As_yP_zから形成してもよい。また、この実施の形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

[0 1 0 0] さらに、以上説明した東施の形態では特に量子井戸が單一で、光導波路組成が一定のSQW-SCHと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数とするMQWとしてもよい。

[0 1 0 1] また、前記In_xGa_{1-x}As_yP_z活性層の組成比等を制御することにより、発振波長は、750 nm < λ < 850 nm の範囲で制御が可能である。

[0 1 0 2] また、半導体層の成長法としては上述の有機金属気相成長法の他、固体あるいはガスを原料とする分子線ビタキシャル成長法を用いてよい。

[0 1 0 3] なお、本発明の半導体レーザーは高速な情報・画像処理および通信、射測、医療、印刷当の分野での光源としても応用可能である。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明の第1実施形態による半導体レーザーを示す断面図

[図2] 上記第1実施形態による半導体レーザーと比較例との屈折率出力を示すグラフ

[図3] 上記第1実施形態による半導体レーザーと比較例との屈折率分布を示すグラフ

[図4] 本発明の第2実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

[図5] 本発明の第3実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

[図6] 本発明の第4実施形態による半導体レーザーを示す断面図

[図7] 本発明の第5実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

[図8] 本発明の第6実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

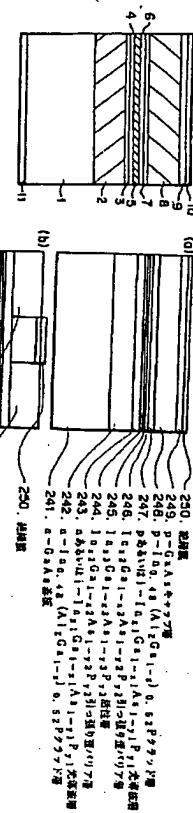
[図9] 本発明の第7実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

[図10] 本発明の第8実施形態による半導体レーザー、

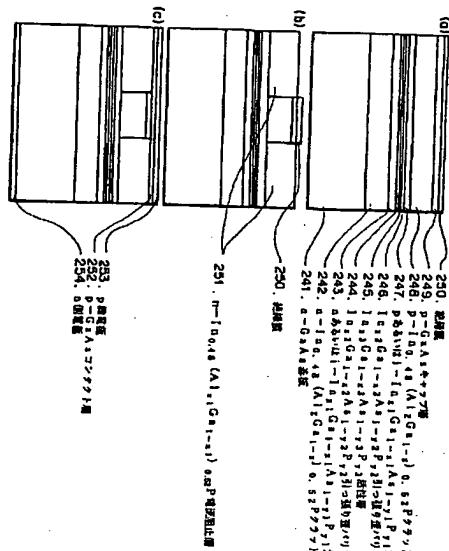
(9)	16	およびその作製工程途中の状態を示す断面図
	17	[図11] 本発明の第9実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
	18	[図12] 本発明の第10実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
	19	[図13] 本発明の第11実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
(10)	17	[図14] 本発明の第12実施形態による半導体レーザー
	18	[図15] 本発明の第13実施形態による半導体レーザー
	19	[図16] 本発明の第14実施形態による半導体レーザー
	20	[図17] 本発明の第15実施形態による半導体レーザー
	21	[図18] 本発明の第16実施形態による半導体レーザー
	22	[図19] 本発明の第17実施形態による半導体レーザー
	23	[図20] 本発明の第18実施形態による半導体レーザー
	24	[図21] 本発明の第19実施形態による半導体レーザー
	25	[図22] 本発明の第20実施形態による半導体レーザー
	26	[図23] 本発明の第21実施形態による半導体レーザー
	27	[図24] 本発明の第22実施形態による半導体レーザー
	28	[図25] 本発明の第23実施形態による半導体レーザー
	29	[図26] 本発明の第24実施形態による半導体レーザー
	30	[図27] 本発明の第25実施形態による半導体レーザー
	31	[図28] 本発明の第26実施形態による半導体レーザー
	32	[図29] 本発明の第27実施形態による半導体レーザー
	33	[図30] 本発明の第28実施形態による半導体レーザー
	34	[図31] 本発明の第29実施形態による半導体レーザー
	35	[図32] 本発明の第30実施形態による半導体レーザー
	36	[図33] 本発明の第31実施形態による半導体レーザー
	37	[図34] 本発明の第32実施形態による半導体レーザー
	38	[図35] 本発明の第33実施形態による半導体レーザー
	39	[図36] 本発明の第34実施形態による半導体レーザー
	40	[図37] 本発明の第35実施形態による半導体レーザー
	41	[図38] 本発明の第36実施形態による半導体レーザー
	42	[図39] 本発明の第37実施形態による半導体レーザー
	43	[図40] 本発明の第38実施形態による半導体レーザー
	44	[図41] 本発明の第39実施形態による半導体レーザー
	45	[図42] 本発明の第40実施形態による半導体レーザー
	46	[図43] 本発明の第41実施形態による半導体レーザー
	47	[図44] 本発明の第42実施形態による半導体レーザー
	48	[図45] 本発明の第43実施形態による半導体レーザー
	49	[図46] 本発明の第44実施形態による半導体レーザー
	50	[図47] 本発明の第5実施形態による半導体レーザー
	51	[図48] 本発明の第6実施形態による半導体レーザー
	52	[図49] 本発明の第7実施形態による半導体レーザー
	53	[図50] 本発明の第8実施形態による半導体レーザー
	54	[図51] 本発明の第9実施形態による半導体レーザー
	55	[図52] 本発明の第10実施形態による半導体レーザー
	56	[図53] 本発明の第11実施形態による半導体レーザー
	57	[図54] 本発明の第12実施形態による半導体レーザー
	58	[図55] 本発明の第13実施形態による半導体レーザー
	59	[図56] 本発明の第14実施形態による半導体レーザー
	60	[図57] 本発明の第15実施形態による半導体レーザー
	61	[図58] 本発明の第16実施形態による半導体レーザー
	62	[図59] 本発明の第17実施形態による半導体レーザー
	63	[図60] 本発明の第18実施形態による半導体レーザー
	64	[図61] 本発明の第19実施形態による半導体レーザー
	65	[図62] 本発明の第20実施形態による半導体レーザー
	66	[図63] 本発明の第21実施形態による半導体レーザー
	67	[図64] 本発明の第22実施形態による半導体レーザー
	68	[図65] 本発明の第23実施形態による半導体レーザー
	69	[図66] 本発明の第24実施形態による半導体レーザー
	70	[図67] 本発明の第25実施形態による半導体レーザー
	71	[図68] 本発明の第26実施形態による半導体レーザー
	72	[図69] 本発明の第27実施形態による半導体レーザー
	73	[図70] 本発明の第28実施形態による半導体レーザー
	74	[図71] 本発明の第29実施形態による半導体レーザー
	75	[図72] 本発明の第30実施形態による半導体レーザー
	76	[図73] 本発明の第31実施形態による半導体レーザー
	77	[図74] 本発明の第32実施形態による半導体レーザー
	78	[図75] 本発明の第33実施形態による半導体レーザー
	79	[図76] 本発明の第34実施形態による半導体レーザー
	80	[図77] 本発明の第35実施形態による半導体レーザー
	81	[図78] 本発明の第36実施形態による半導体レーザー
	82	[図79] 本発明の第37実施形態による半導体レーザー
	83	[図80] 本発明の第38実施形態による半導体レーザー
	84	[図81] 本発明の第39実施形態による半導体レーザー
	85	[図82] 本発明の第40実施形態による半導体レーザー
	86	[図83] 本発明の第41実施形態による半導体レーザー
	87	[図84] 本発明の第42実施形態による半導体レーザー
	88	[図85] 本発明の第43実施形態による半導体レーザー
	89	[図86] 本発明の第44実施形態による半導体レーザー
	90	[図87] 本発明の第45実施形態による半導体レーザー
	91	[図88] 本発明の第46実施形態による半導体レーザー
	92	[図89] 本発明の第47実施形態による半導体レーザー
	93	[図90] 本発明の第48実施形態による半導体レーザー
	94	[図91] 本発明の第49実施形態による半導体レーザー
	95	[図92] 本発明の第50実施形態による半導体レーザー
	96	[図93] 本発明の第51実施形態による半導体レーザー
	97	[図94] 本発明の第52実施形態による半導体レーザー
	98	[図95] 本発明の第53実施形態による半導体レーザー
	99	[図96] 本発明の第54実施形態による半導体レーザー
	100	[図97] 本発明の第55実施形態による半導体レーザー
	101	[図98] 本発明の第56実施形態による半導体レーザー
	102	[図99] 本発明の第57実施形態による半導体レーザー
	103	[図100] 本発明の第58実施形態による半導体レーザー
	104	[図101] 本発明の第59実施形態による半導体レーザー
	105	[図102] 本発明の第60実施形態による半導体レーザー

(12)

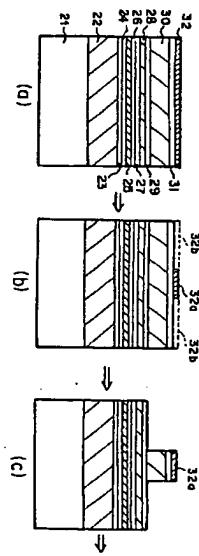
[図1]



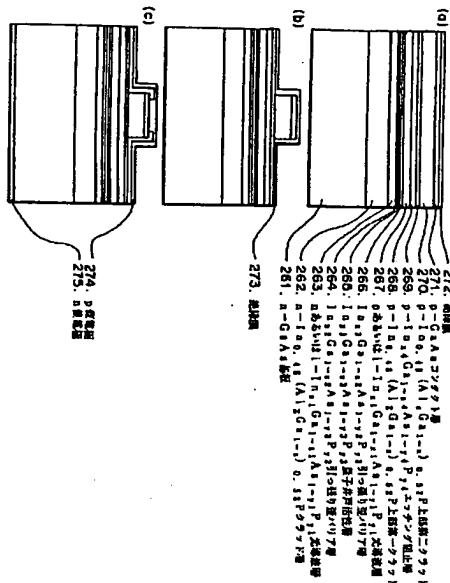
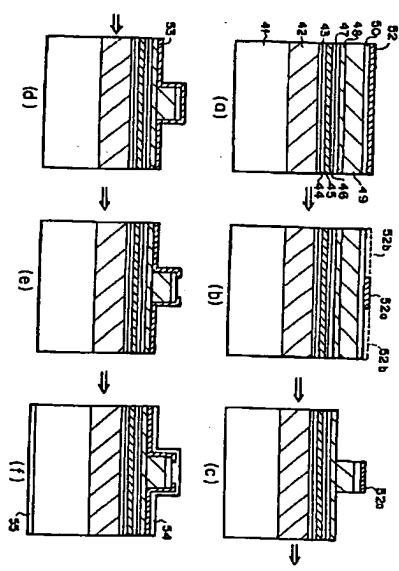
[図2]



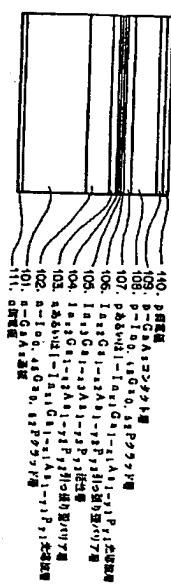
[図4]



[図5]



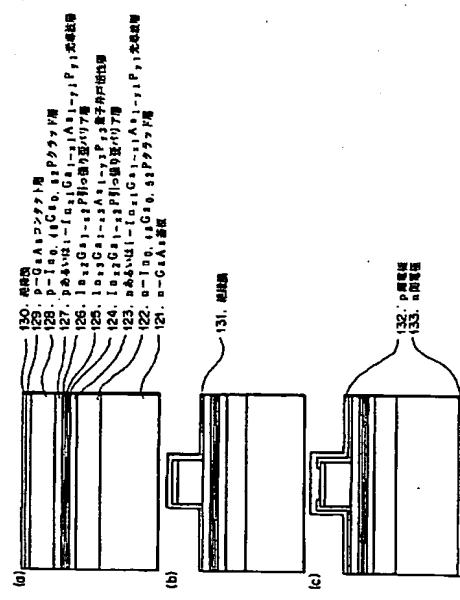
[図3]



[図6]

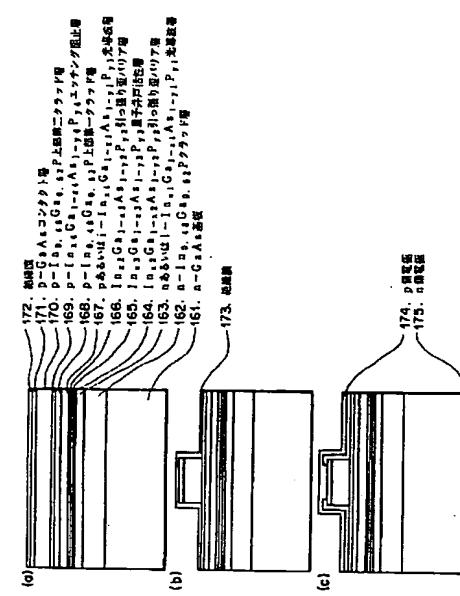
(13)

[図7]



(14)

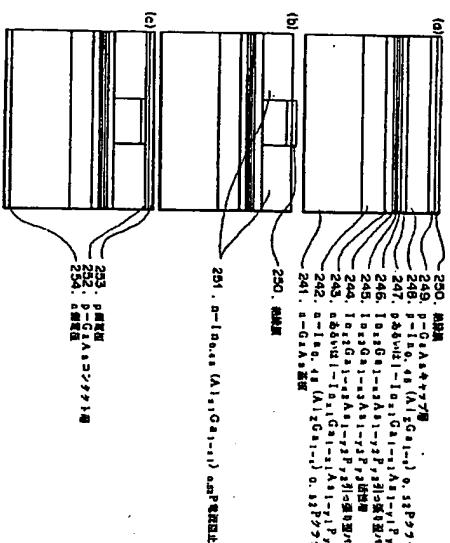
[図9]



[図10]



5

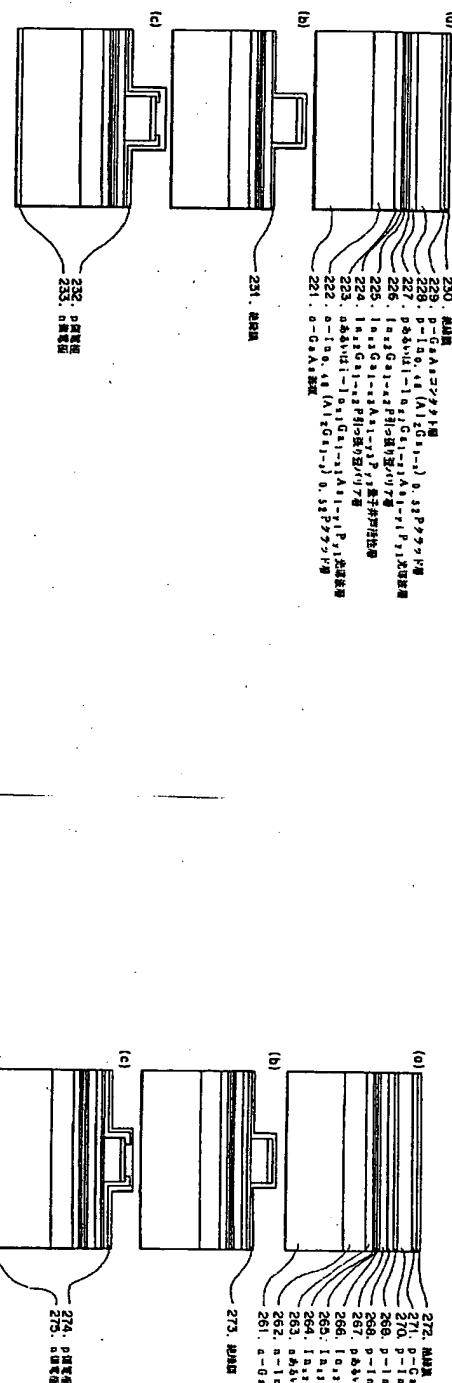


[12]

【手続補正書】
[提出日] 平成10年1月16日
[手続補正1]
補正対象機器名] 明記書
補正対象項目名] 請求項1
補正方法] 変更
[補正内容]
[請求項1] GaAs基板上に、pおよびn型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、In₂Ga_{1-x}As_x-P_yP_z 第一バリア層、In₃Ga_{1-x}As_xAl_yP_{3-y} 第二クラッド層、子井戸活性層、In₂Ga_{1-x}As_xAl_yP_yP₂ 第二バリア層、p型およびn型の他の導電性を有する第二光導波層、p型およびn型の他の導電性を有する第三光導波層がこの順に積層される半導体レーザ装置であって、

前記第一および第二クラッド層が前記GaN_xAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が前記GaN_xAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二バリア層が、前記GaN_xAs基板に対して引張り歪を有する、合計厚さ10~30 nmの層であって、その引張り歪の差量×合計層厚=0.05~0.2 nmを満たす組成からなり、前記In_{0.5}Ga_{0.5}As-3Al_{0.1}-3P_{0.3}量子井戸活性層が、前記GaN_xAs基板に格子整合する組成、もしくは、前記GaN_xAs基板に対して0.003までの引張り歪を有する組成からなるもので、あることを特徴とする半導体レーザ装置。

四



卷二